

気仙沼大橋の振動特性について

東北工大 正の高橋龍夫, 正 山田俊次

近年、鋼材の開発、溶接技術の進歩、合成桁の使用等があり、橋梁の軽量化がはかられている。この結果、歩道橋も含めて「最近の橋はよく揺れる。設計上の欠陥によるのではないかと」云われることもあり、「最近の橋は溶接構造で、かつ設計の合理化が進み軽くなった。振動も多少は大きくなったが危険はない。今後、揺れないような重い橋は設計が悪い」とも云われる。これ等諸論の是非はともかく、道路橋の使用鋼重量の軽減化は著しい進み、昭和46年の標準設計によるスパン長32m、幅員7.5mのプレートガダーの鋼重は76トンであったものが、昭和38年の標準設計では、自動車荷重が13トンから20トンに増加したにもかかわらず33.1トンと44%に減じた。前者は普通鋼のリベット構造であり、後者はSM50の溶接構造であり、合成桁である。この結果「よく揺れる橋梁」が数多く出現するに至った。そして、この「よく揺れる橋梁」を徒歩で通行する歩行者、あるいは、信号待ち等で橋上に一時停車している自動車のドライバーから種々の苦情が提される橋梁も多い。即ち、振動で橋が壊れるのではないかと不安感、設計上あるいは施工上の欠陥があるのではないかと不安感、振動に対する生理的な不快感や嫌悪感等である。一般的には「橋がよく揺れる」ことにより生じる不安や嫌悪感には主観的な要素が多く入り、客観的には定め難い。そのため「十分な動的安定性の検討があれば、多少の振動は問題ではない」という考え方もあると思われるが本来、橋梁は安全であるとともに快適な利用を保障することが大切である。

本報告に記された気仙沼大橋はこの「よく揺れる橋」の範疇に入る橋であり、その実態を把握するために行った振動実験の一部を報告するとともに「よく揺れる橋」に対する考察を加える。本橋は気仙沼市、中谷地において市道が大川と跨ぐ地点に、昭和44年に架設された橋長109.62m、四径間(径間長 $l=26.78m$)からなる活荷重合成単純格子桁橋であり、その断面は図-1に示すものである。

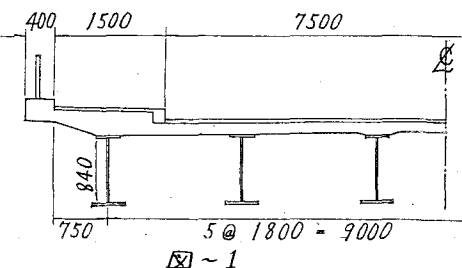
本橋の振動は架設当初よりかなりのものが生じていたように思われるが、昨今、自動車の重量が急激に増加したため、走行する自動車により生じる振動が橋上を通行する歩行者により大きい不快感や不安感を与えるに至ったものと思われる。

特に、架設地点が港と国道45号線と結ぶ中谷地であり、冷凍魚や原油を満載した大型の特殊車両の通行が多く、より大きな振動を生じさせている。

振動実験は一般の通行車両による振動をキャッチするとともに、試験車両を用いて、この試験車両の走行速度を変化させ、本橋に生じる振動性状の把握につとめた。

本試験に用いた試験車両は日産UDダンプトラック、日野ダンプトラックを夫々1台ずつ用い、各車両に石ツリを満載し、全重量約20トンとした。

図-2は、試験車両の走行により本橋に生じる振動性状の一部を示したものである。



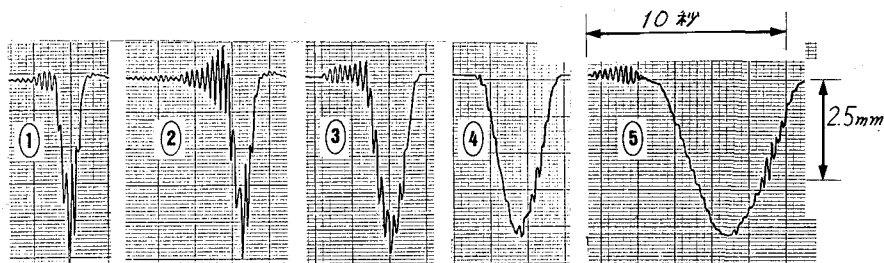


図-2

この図は、試験車の走行による揺れを、径間中央に設置された電磁式揺れ計により測定したものであり、径間中央の動的影響が加えられた揺れの影響線とをあらわされる。①より④順に、車車の走行速度が^{おおよそ}50、30、20、10の分のものである。一般的に云ふ、試験車車の走行速度が大きい場合に、揺れも大きく生じる傾向にあるが、徐行した時(10km/h)よりも20km/h近傍の速度で走行した場合の方が生じる揺れ振幅が小さい傾向を示した。

測定値より算定した気仙沼大橋の1次の振動数は $f=3.02\text{Hz}$ であり、この振動の対数減衰率は $\delta \approx 0.28$ であった。試験車車の走行では、1次の振動のみが観測されたが、一般車車により2次の振動と考えられる $f_2=11.8\text{Hz}$ が観測されたが、この値はごく稀であった。試験車車により生じた振動加速度の最大は60galであり、一般の自動車の走行により生じた振動加速度の中には80galに近いものが観測された。伸縮継手と通過する衝撃により橋に生じる加速度は別として、橋の固有振動により生じる加速度で60~80galは決して小さい値ではない。

図-3は、人間の感覚と振動振幅A及び振動数との関係を示した資料の一種である。

図中A-A'-点破線は「かたに感じる」、B-B'は「明確に感じる」、C-C'は「少し歩きにくい」、D-D'は「大変歩きにくい」等々であり、*****は「不快である」、***はイギリスの示方書で定められている値である。この図によれば、気仙沼大橋の場合には振動数が3.02Hzであるから振動振幅が1mmを越えた時点で「少し歩きにくい」状態になり、「不快である」という感覚を歩行者に与えることになる。観測された振動振幅は1mmをはるかに超える値もみられるので、常時とはとれないにしても、橋上を通行する歩行者に少なからず不快感を与えているものと思われる。

尚、英国では歩道橋の振動を減少させる目的で制振器の設置が行われている。我が国においても橋梁の動的安定性の検討のみならず、利用者の生理的な感覚への影響を検討することが望まれる。尚、本橋の実験にあたり、気仙沼市役所の協力を得た。附記に感謝ある。

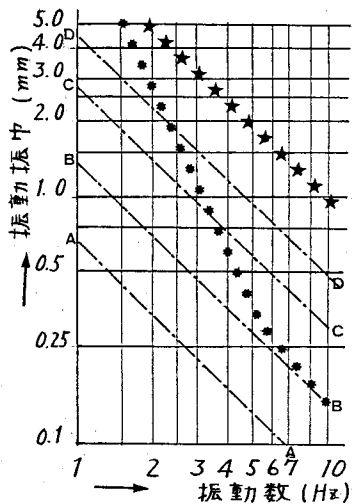


図-3

* 小橋 規川；土木学会論文報告集 NO. 222, NO. 230

** 三輪 米川；振動の評価法、日本音響学会誌、27-1、1971.